In the name of Allah, the Most Gracious, the Most Merciful













Dipole électrique

- moment dipolaire :

$\vec{P} = q \cdot a \vec{i}$

$P = |q| a$ (C.m)

- Potentiel :

$V_M = K \frac{q a \cos\theta}{r^2} = K \frac{P \cos\theta}{r^2}$ (V)

- Champ électrique :

$\vec{E} = \vec{E}_r + \vec{E}_\theta$

$E = \sqrt{E_r^2 + E_\theta^2}$ (V/m) (N/C)

$E_r = \frac{2 K P \cos\theta}{r^3}$

$E_\theta = \frac{K P \sin\theta}{r^3}$

- Energie potentiel :

$E_p = -\vec{E}_{ext} \cdot \vec{P}$ (J)

$E_p = -E_{ext} \cdot P \cdot \cos\theta$

- Moment du couple des forces :

$\vec{M} = \vec{P} \wedge \vec{E}_{ext}$

$M = P E_{ext} \cdot \sin\theta$ [N.m]

- Forces appliquées aux charges du dipole :

$\vec{F} = Q_{influencé} \cdot \vec{E}_{influent}$

$\vec{F} \begin{cases} \vec{F}_{q^-} = q^- \vec{E}_{ext} \\ \vec{F}_{q^+} = q^+ \vec{E}_{ext} \end{cases}$ (N)

Conducteur électrique et charges réparties

- Conducteur linéaire :

densité de charges linéaires

$\lambda = \frac{Q}{L}$ (C/m)

- conducteur surface plane :

densité de charges surfaciques

$\sigma = \frac{Q}{S}$ (C/m²)

- conducteur de forme quelconque

$\rho = \frac{Q}{Vol}$ (C/m³)

- Conducteur
  - en équilibre électrostatique ⇒ charges immobiles
  - en déséquilibre électrostatique ⇒ charges mobiles.

- $\vec{E}_M = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ pq :

$\vec{E}_{moy} = \frac{\vec{E}_{ext} + \vec{E}_{int}}{2} = \frac{\vec{E}_{ext}}{2} = \frac{\sigma/\varepsilon_0}{2}$

$\vec{E}_M = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

- conducteur sphérique : $V_s = K \frac{q}{R}$

$S_{sphère} = 4\pi R^2$

Préssion électrostatique :

$P = \frac{|F|}{S} = \frac{Q \cdot |\vec{E}|}{S}$

$P = \sigma \cdot \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} = \frac{\sigma^2}{2\varepsilon_0}$

Champ généré par un conducteur :

Théorème de gauss :

$$\vec{E} \cdot S_G = \frac{\sum \text{charges}}{\varepsilon_0}$$

Exemple de calcul de champ :

- charge ponctuelle :

$$|\vec{E}| = \frac{1}{S} \frac{Q_A}{\varepsilon_0} = \frac{1}{4\pi R^2} \frac{Q_A}{\varepsilon_0}$$

$$|\vec{E}| = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{Q_A}{R^2}$$

- densité de charge linéaire :

$$|\vec{E}| \cdot (2.\pi.RL) = \frac{Q_{Tot}}{\varepsilon_0}$$

$S = 2\pi RL$

$$|\vec{E}| = \frac{1}{2\pi RL} \frac{Q_A}{\varepsilon_0}$$

$$|\vec{E}| = \frac{1}{2\pi RL} \frac{\lambda . L}{\varepsilon_0} \qquad \lambda = \frac{Q_A}{L}$$

$$|\vec{E}| = \frac{1}{2\pi R} \frac{\lambda}{\varepsilon_0}$$

- densité de charge surfacique plane :

$S_1 = S_2$

$$|\vec{E}| S_G = \frac{Q_{Tot}}{\varepsilon_0}$$

$$|\vec{E}| (2 \times S) = \frac{Q_{tot}}{\varepsilon_0} \qquad \sigma = \frac{Q}{S}$$

$$|\vec{E}| = \frac{Q_{tot}}{2 S \times \varepsilon_0} \Rightarrow |\vec{E}| = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

Potentiel électrique généré par une densité de charge surfacique.

$$V = -\iint \vec{E}_{\sigma/M} \cdot dx$$

$$V = -\int |\vec{E}_{\sigma/M}| \cdot dx$$

$$V = -\frac{\sigma}{2\varepsilon_0} x_M$$

- Différence de potentiel électrique :

$$V = -\int_N^M \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} dx$$

$$V = \left[-\frac{\sigma}{2\varepsilon_0} x_M\right] - \left[-\frac{\sigma}{2\varepsilon_0} x_N\right]$$

$$\Rightarrow (V_M - V_N) = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} (x_N - x_M)$$

$$(V_A - V_B) = \int_A^B |\vec{E}|_M dx$$

$$\Rightarrow V_{AB} = \frac{\sigma_A - \sigma_B}{2\varepsilon_0} x$$

Champ électrique produit par les deux densités de charges à l'ext :

$$\vec{E}_N = \vec{E}_{A/N} + \vec{E}_{B/N}$$

$$\Rightarrow |\vec{E}|_N = |\vec{E}|_{A/N} + |\vec{E}|_{B/N}$$

$$\Rightarrow |\vec{E}|_N = \frac{\sigma_A + \sigma_B}{2\varepsilon_0}$$

Champ électrique entre les deux plaques

$$|\vec{E}_M| = |\vec{E}_{A/M}| + |\vec{E}_{A/M}|$$

$$|\vec{E}_M| = \frac{\sigma_A - \sigma_B}{2\varepsilon_0}$$

Cas particuliers où les charges sont égales mais de natures différentes

$\Rightarrow$ condensateur :

$S_A = S_B = S$

$Q_A = -Q_B = Q$

a - champ résultant entre les conducteurs (entre le condensateur)

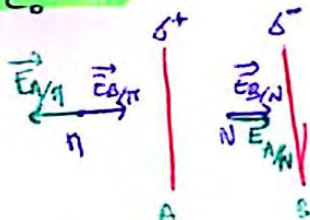
$|\vec{E}|_M = |\vec{E}|_{A/M} + |\vec{E}|_{B/M} \Rightarrow$

$$|\vec{E}|_M = \frac{\sigma + \sigma}{2\varepsilon_0} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$$

b - Champ résultant à l'extérieur des conducteurs :

$|\vec{E}|_N = |\vec{E}_{A/N}| - |\vec{E}|_{B/N}$

$$|\vec{E}|_M = \frac{\sigma - \sigma}{2\varepsilon_0} = 0$$



différence de potentiel :

$V_c = V_A - V_B$

$\vec{E}_c = -\frac{dV_c}{dx}$

$dV_c = -E_c\, dx$

$V_c = -\int_A^B E_c\, dx$

$V_c = -\int_A^B \frac{\sigma}{\varepsilon_0} dx$

$V_c = \frac{-\sigma}{\varepsilon_0}(x_B - x_A)$

$$V_c = \frac{+\sigma}{\varepsilon_0} d$$

>0 ou <0

Capacité propre d'un condensateur

$$C = \frac{Q}{V}$$

$\sigma = \frac{Q}{S}$

$C = \frac{\sigma . S}{V}$

$V = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} d$

$C = \frac{\sigma . S}{\frac{\sigma}{\varepsilon_0} d} \Rightarrow C = \frac{\varepsilon_0 S}{d}$

Energie emmagasinée dans un condensateur :

$E_n = \frac{1}{2} C V_c^2$

$V =$

$E_n = \frac{1}{2} Q V_c$

$E_n = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$

lignes de champ :



Assemblage de condensateur :

en parallèle :

$$C_{eq} = \sum_{i=1}^{n} C_i$$

en série :

$$\frac{1}{C_{eq}} = \sum_{i=1}^{n} \frac{1}{C_i}$$

Chapitre 04 :

Électrocinétique

Générateur électrique :

- Permet de renouveler l'énergie.
- le potentiel de sortie est toujours supérieur au potentiel d'entrée.
- un bon générateur : l'énergie dissipée dans la résistance interne du générateur est faible par rapport à l'énergie acquise au niveau du générateur.

Différentes énergies dans un générateur :

$E_{fournie}$: $E_{fournie} = E.I.t = P_{fournie}.t$

Dissipée : $E_{dissipée} = r.I^2.t$

Disponible : $E_{disponible} = E_{fournie} - E_{dissipée}$

$= I.t(E - rI)$

Rendement :

$$rend = \frac{E_{disponible}}{E_{fournie}}$$

Récepteur électrique :

- Permet de transformer l'énergie électrique de la charge en mouvement

récepteurs purs (permanent) lampe

récepteurs réversibles :

il joue les deux rôles

- la charge d'entrée de la charge est toujours supérieure à la sortie de la charge

Différentes énergies d'un récepteur :

Dissipée : $E_{dissipée} = r.I^2.t$

transformée : $(E, e).I.t$

Consommée : $E_{consommée} = E_{dissipée} + E_{transformée}$

Rendement :

$$rend = \frac{E_{transformée}}{E_{consommée}}$$